
UNIVOČNOST KOLIČINE KAO TEMELJ U SPECIFIČNOSTI FIZIKE

Osvrt na Jakijevo utemeljenje filozofije znanosti

Hrvoje Relja, Split

UDK: 001:1 Jaki, S. L.
161.12
Izvorni znanstveni rad
Primljeno 4/2007.

Sažetak

Rad je podijeljen u dva dijela. U prvom dijelu iznesena je Jakijeva pozicija, počevši s njegovim shvaćanjem količine koje se temelji na Aristotelovu tekstu iz Kategorija 6a 25, gdje se kaže da "kategorija količine ne dopušta više ili manje". To svojstvo kategorije količine koje čini njezino poimanje jednoznačnim, prema Jakiju je jedinstveno, te je stoga radikalno razlikuje od svih ostalih kategorija i čini je nepovezivom s njima. Ta razlika, naglašava naš autor, utemeljuje specifičnu vlastitost fizičko-matematičke znanosti, koja je vezana isključivo uz količinsko, ostavljajući drugim znanostima i područjima ljudskog znanja istraživanje ostalih kategorija.

U drugom dijelu rada iznesena je kritika gore navedene pozicije koja je pokazala: prvo, da prema Aristotelu kategorija količine nije jedina koja ne dopušta više i manje, te, drugo, da ontološka povezanost kvaliteta i količine čini materijalne kvalitete mjerljivima, što se iskazuje fizikalnim veličinama koje su temelj fiziko-matematičke znanosti.

Ključne riječi: količina, univočnost, fiziko-matematika, Aristotel, Stanley Lewis Jaki.

I. POJAM JASNOĆE KOD JAKIJA

1. Razlikovanje između jasnoće količine i jasnoće drugih kategorija

Prije nego započnemo razmatranje o univočnosti količina kao temelju specifičnosti fizike prema S. L. Jakiju, moramo nešto kazati o pojmu jasnoće kod Jakija. Temelj svoje gnoseološke pozicije o jasnoći općenito, a osobito u njezinom odnosu prema matematičkoj znanosti, Jaki je pronašao u pasusu 6a 25 Aristotelovih *Kategorija*, gdje se kaže: "Kategorija količine ne dopušta više ili manje." U

svojoj argumentaciji poziva se nadalje i na Stagirićaninove tekstove u kojima stoji kako je "povrh svega vlastita osobina količine to da se ona kaže jednakom ili nejednakom", te malo kasnije u retku 31: "Glede svih ostalih stvari koje nisu količina, čini se da se jednako i nejednako zapravo i ne kažu."¹ Iz te Aristotelove pozicije proizlazi, prema Jakiju, da se "za pojmove koji pripadaju kategoriji količine ne može kazati više ili manje, dok je naprotiv to moguće za sve druge pojmove koji pripadaju bilo kojoj od ostalih devet kategorija".² Jaki, dakle, pravi radikalnu razliku između kategorije količine i ostalih devet kategorija. Iz te radikalne razlike, prema njemu, slijedi da:

"Umjesto deset kategorija možemo govoriti samo o dvije: o količini i o svim drugima ili, obrnuto, svim drugima osim o količini. Ili pak da je razlika između te dvije domene kategorija takva da čini besmislenim svaki pokušaj svođenja jedne na drugu."³

Jaki objašnjava svoju poziciju uspoređujući brojeve kao izraze količine s drugim pojmovima koji se ne mogu kvantificirati. On naglašava da brojevi imaju točno određeno značenje, koje ne dopušta više ili manje. Na primjer: broju tri se ne može dodati niti oduzeti jedinica jer se onda broj tri gubi, postaje četiri ili dva. Otuda, prema njemu, slijedi: prvo, da ne postoji zajednička granica između dva broja⁴ i, drugo, da brojevi imaju jasnu i odjelitu jednoznačnost, kao: "na primjer, nikako se ne može reći da je tri više tri nego pet, niti da je tri više tri od nekoga drugoga tri"⁵. Količina je, dakle, jedina kategorija "koja ne dopušta analognu primjenu ili tumačenje. Sve su druge kategorije obuhvaćene riječima, od kojih pretežit dio dopušta analogna značenja"⁶.

Svaki pokušaj da se te nekoličinske kategorije izraze prema egzaktnim normama količine, Jaki uspoređuje s oblacima koji se izdaleka pokazuju s jasno određenim granicama, no s

¹ Primjećujemo ovdje zbog našeg kasnijeg objašnjenja da Aristotel koristi riječ "čini se", a ne "jest".

² Stanley Lewis Jaki, *A Mind's Matter-An Intellectual Autobiography*, Wm. B. Eerdmans Publishing Company, Grand Rapids, 2002., str. 172.; Također, usp. Isti, *Means to Message – A Treatise on Truth*, Wm. B. Eerdmans Publishing Company, Grand Rapids, 1999., str. 33.; Isti, *The Limites of a Limitless Science: and Other Essays*, ISI Books, Wilmington, 2000., str. 85.

³ Isti, *Means...*, nav. dj., str. 33.

⁴ Usp. Isti, *The Limites...*, nav. dj., str. 15.

⁵ Aristotel, *Kategorije* 6a 21.

⁶ S. L. Jaki, *The Limites...*, nav. dj., str. 85.

približavanjem njima sigurnost granice počinje se rasplinjavati dok se posve ne izgubi.⁷ Donosi potom primjer klupe koja, svojom definicijom dugačke sjedalice za veći broj osoba, na prvi pogled otkriva vrlo jasno i određeno značenje, no iz te definicije nije jasno od koje točke neka stolica postaje klupa.⁸ Stvar, prema Jakiju, postaje još složenijom ako se pitamo za značenje riječi “dugačak” ili “osoba”, budući da je pojam “dugačak” po sebi relativan, a “osoba”, kao oznaka jedne duhovne stvarnosti, izmiče bilo kakvom mjerenju. Problem se, prema njemu, nastavlja s bilo kojim drugim objašnjenjem ili definicijom za koje moramo upotrijebiti različite nove pojmove kojima nedostaje ona osobita jasnoća mjerljivih stvarnosti. To se, naglašava Jaki, događa kod svih verbalnih definicija, uključujući i one matematičke, koje, udaljujući se od matematičko-geometrijskih izričaja, zamagljuju značenje koje je ovima vlastito. Tu svoju poziciju Jaki ilustrira definicijom cijelih brojeva:

“Cijeli broj je član niza pozitivnih cijelih brojeva (1, 2, 3 ...), negativnih cijelih brojeva (-1, -2, -3 ...) i nule (0).⁹ Ta definicija sadrži 17 riječi od kojih svaka ne može biti prikazana točnim geometrijskim likom s točno određenim granicama.”¹⁰

Iako ove riječi definicije imaju široki spektar značenja ne gubimo se u njima jer, već na prvi pogled uzimamo ono vlastito. Razlog ovome Jaki vidi u našem intuitivnom shvaćanju brojeva zahvaljujući kojemu činimo restrikciju značenja riječi sadržanih u definiciji. Jaki o tome izričito kaže:

“Drugim riječima, u vrlo dubokom smislu, sami brojevi nisu nejasni, čak i kad njihove verbalne definicije ne mogu biti izražene slaganjem preciznih geometrijskih likova. Značenje brojeva je konačno u vrlo posebnom smislu, što nije slučaj s bilo kojom drugom riječi.”¹¹

To Jakijevo tumačenje ostavlja prostor objekciji koju možemo ovako formulirati: vrijedi li ovo svojstvo za sve brojeve jer su, kako sam Jaki kaže, “među njima grupe kao što su iracionalni i imaginarni brojevi kojima je nemoguće naznačiti egzaktnu

⁷ Usp. *Isto*.

⁸ Usp. *Isto*, str. 83; Također *Isti, Means...*, nav. dj., str. 34.

⁹ Webster II, *Houghton Mifflin Company*, Boston, 1984.; Citirano u S. L. Jaki, *The Limites...*, nav. dj., str. 82.

¹⁰ S. L. Jaki, *The Limites...*, nav. dj., str. 82.

¹¹ *Isto*, str. 85.

vrijednost”.¹² Kao primjer takvih brojeva podsjetit ćemo se nečega što je bilo poznato i prije samog Aristotela, da se, naime, odnos između dijagonale i stranice kvadrata ili između radijusa i opsega kruga ne može izraziti cijelim brojevima i njihovim razlomcima. Riječ je dakle o brojevima koji nemaju egzaktnu vrijednost. Jaki tom prigovoru daje realistično objašnjenje, razlikujući točnost pojmovnog shvaćanja od brojčane izračunljivosti, dajući gnoseološku prednost točnosti pojmovnog shvaćanja. Imajući u vidu tu razliku, on tvrdi da najpreciznija jednoznačnost značenja “prevladava u svijetu brojeva i geometrijskih likova čak i onda, kao što je slučaj kod iracionalnih i imaginarnih brojeva kad se točnost ne može izračunati na konačan način.”¹³

To razlikovanje između jasnoće količinskih i nekoličinskih pojmova od ključne je važnosti za Jakijevu filozofiju znanosti i za njegovu kritiku pozitivizma. I to zato što je u Jakijevoj filozofiji znanosti specifična razlika između fizike-matematike i drugih znanosti, posebice filozofije, definirana odnosom koje imaju prema količinskoj stvarnosti: fizika, naime prema njemu, jedina od znanosti ima ovlast nad količinskim vidicima materijalne stvarnosti i to je njezina jedina ovlast,¹⁴ i zato su fizikalno-matematički izričaji, ukoliko su količinski, jasniji nego izričaji drugih znanosti.

2. Razlika između jasnoće i znanstvenosti kod Jakija

Ovdje valja ukazati kako Jaki primjećuje da je različite znanstvenike, započinjući od Humea do današnjih pozitivista, jasnoća koju um po prirodi želi zaslijepila tako da su poistovjetili znanstvenost s jasnoćom, točnije s matematičko-fizičkom jasnoćom, svodeći tako čitavu znanost na matematiku-fiziku.¹⁵

I u ovoj točki gdje se javlja opasnost da količinska jasnoća postane mjerilo znanstvenosti kao kod pozitivista ili, još gore,

¹² Isti, *Numbers Decide: and Other Essays*, Real View Books, Pinckney, 2003., str. 193.

¹³ Isto, str. 41. Po našem mišljenju njegovu rečenicu: “Spoznaja da se dužina hipotenuze u pravokutnom jednakostraničnom trokutu ne može mjeriti cijelim brojevima ili njihovom razlomcima čini razvidnim da se potpuna kvantitativna jasnoća ne može imati čak ni u matematici.” (Isti, *Means...*, nav. dj., str. 30.) moramo razumjeti u svjetlu gore danog objašnjenja, da se, naime, ova nesigurnost tiče izračunljivosti a ne pojmovnog shvaćanja brojeva.

¹⁴ Usp. Isti, *The Limites...*, nav. dj., str. 19.

¹⁵ Usp. Isti, *Means...*, nav. dj., str. 56-59.

čitave stvarnosti, kao kod pitagorika,¹⁶ Jaki još jednom pokazuje svoju realističku poziciju naglašavajući da:

“Štoviše, ti ne-količinski pojmovi ne postaju manje stvarni, samo zbog toga što im se ne mogu pripisati točni količinski obrisi. Oblačić magle jednako je stvaran bilo da ga se gleda iz daljine ili iz blizine. Stoga pojam šume ne može ne vrijediti samo zato što kad iz blizine gledamo šumu, vidimo samo pojedina stabla; isto tako, niti pojam šume postaje nevaljan samo zato što se količinski ne može odrediti broj stabala koji bi sačinjavao ne samo šumarak već i šumu.”¹⁷

Ovome također dodaje da ono što je do sada kazano, ne znači da nekoličinski pojmovi nisu jasni, nego da svakoj vrsti stvarnosti pripada vlastita jasnoća,¹⁸ kao i različitim znanostima koje odgovaraju tim stvarnostima. Suglasno svetome Tomi naglašava da se “ne smije tražiti ista vrsta sigurnosti (jasnoće) u svim stvarima”¹⁹ osobito ne ona matematička jer će se taj pokušaj pretvoriti, kao što smo vidjeli, u oblačiće magle. Drugim riječima, da bi se izbjegla ta magla, put znanosti mora započeti percepcijom objekta a ne pojmovnom jasnoćom: “Poteškoća leži u pridavanju posebne vrste jasnoće kao prvotnog a razumijevanju kao drugotnog [metodološkog koraka]. Jednom kada je to učinjeno, očitost elementarnih istina se zamagljuje.”²⁰ Ne može se, dakle, od ovih istina tražiti matematički tip jasnoće.

Jasnoća je, nadalje, plod razumijevanja jer razumijevanje gnoseološki prethodi jasnoći. No budući da razumijevanje sa svoje strane nije na početku jer je uvijek razumijevanje nečega, Jaki dolazi do tvrdnje da “u biti svaki djelić znanja počinje s uočavanjem nečega što postoji”.²¹ On potvrđuje svoje pozicije vidi i u tome što je ona posljedica Gödelovih teorema. Gödel, naime, tvrdi kako je nemoguće samoutemeljenje formalnih sustava te da se oni nužno moraju pozivati na izvanjsko nematematičko utemeljenje. Iz toga, primjećuje Jaki, slijede dvije konzekvencije: prva je da pogrešan prvi korak u razmišljanju o stvarnosti koji kao polazište

¹⁶ Usp. Isti, *The Relevance of Physics*, Scottish Academic Press, Edinburgh, 1992., str. 95-137.

¹⁷ Isti, *The Limites...*, nav. dj., str. 18.

¹⁸ Usp. Isto, str. 86.

¹⁹ Toma Akvinski, *ST.*, I-II, q. 96., a. 1., ad. 3.; Također usp. Aristotel, *Etica Ni.*, I, 3., 1094b, 12. i 7., 1098b., 35.

²⁰ S. L. Jaki, *Means...*, nav. dj., str. 40.

²¹ Isti, *The Limites...*, nav. dj., str. 11.

ima razmatranje pukih ideja, unatoč blistavoj jasnoći fizičko-matematičkih pojmova;²² druga je da "jasnoća koja može doći od matematike nije sva pojmljiva jasnoća; ovo je zapravo stožer Gödelovih teorema o nepotpunosti."²³

II. KRITIKA JAKIJEVE POZICIJE

1. Kritika Jakijeve pozicije o radikalnoj razlici između količine i drugih kategorija

Na početku našega kritičkog osvrta pokušat ćemo proanalizirati način na koji Jaki iz gore citiranih Aristotelovih tvrdnji izvlači svoje zaključke. Ponajprije jer nas iznenađuje Jakijevo tumačenje Stagirićaninove pozicije. Držimo da je Jaki jednostrano uzeo neke Aristotelove tekstove, ne proučivši cjelokupnu njegovu poziciju. To ćemo u redcima koji slijede nastojati i dokazati. Proanalizirat ćemo stoga najvažnije Aristotelove tekstove, iz kojih nepobitno slijedi kako je Jakijevo tumačenje njegove pozicije jednostrano.

Kao prvo, uzmimo Aristotelov tekst iz istih *Kategorija* iz kojih Jaki uzima premise za svoje zaključke. Stagirićanin o supstanciji, na primjer, kaže:

"Čini se da supstancija ne prihvaća više ili manje. Želim kazati ne da neka supstancija nije više supstancija od neke supstancije – za to je zapravo kazano da jest – nego da se za svaku pojedinu supstanciju ne kaže da je to što jest u većoj ili manjoj mjeri. Na primjer, ako je ova supstancija čovjek, neće biti čovjek u većoj ili manjoj mjeri, niti od sebe samoga niti od nekoga drugoga. Da jedan nije više čovjek od nekoga drugoga, kao što bijelo jest jedno bjelje od drugoga i lijepo jest ljepše jedno od drugoga. I za neku stvar se kaže da je više ili manje od sebe: na primjer, za tijelo koje je bijelo, kaže se da je sada bjelje nego prije i za tijelo koje je toplo, kaže se da je toplo u većoj ili manjoj mjeri. Naprotiv, to se nikako ne kaže za supstanciju: nije doista kazano da je neki čovjek sada više čovjek nego prije, niti ijedna od drugih stvari koje

²² Usp. Isti, *Dio e i cosmologi*, Libreria Editrice Vaticana, Vaticano, 1991., str. 110. Također Isti, *The Limites...*, nav. dj., str. 37.

²³ Jaki, *Isto*, str. 106.

su supstancija. Prema tome supstancija ne prihvaća više ili manje.”²⁴

Već iz ovoga Aristotelovog teksta iščitavamo da ne samo količina nego i supstancija kao jedna od deset njegovih kategorija ne prihvaća više ili manje. Potvrdu toga nalazimo i u *Metafizici* (1044a. 9. ili u 1043b. 36.), gdje on uspoređuje supstancije s brojevima, u kojima jedna oduzeta ili zbrojena jedinica mijenja vrstu. No, kod Stagirićanina ne prihvaćaju više ili manje samo ove dvije kategorije. U *Kategorijama*, naime, pronalazimo da se slično može kazati i za kategorije odnosa i kvalitete. Tako o kategoriji odnosa kaže da “ne dopuštaju svi odnosi više ili manje”.²⁵ To je razvidno iz primjera relacije očinstva. Činjenica, naime, da netko ima dijete znači da je otac i on to nije više ili manje. Slično govori i o kvaliteti. Nakon što je napravio razliku između četiri vrste kvalitete – trpeće kvalitete, djelatne moći, habitusi i lik – zaključio je da kod prve tri postoji više ili manje, dok o četvrtoj kaže:

“Trokut ili kvadrat, naprotiv, ne čini se da dopuštaju više ili manje, niti ikoji od drugih likova. Doista, stvari kojima pripada definicija trokuta ili kruga, sve su jednako trokuti ili krugovi, te ni za jednu od onih kojima ta definicija ne pripada ne možemo kazati da je to više od druge. Kvadrat nikako nije više krug od pravokutnika: nijednome, naime, od njih ne pripada definicija kruga. U općenitom smislu, ako objema stvarima ne pripada definicija određenja u uzroku, neće se kazati da je jedna više od druge. Stoga ne prihvaćaju sve kvalitativne stvarnosti više ili manje.”²⁶

Iz gore spomenutih Aristotelovih navoda može se zaključiti: prvo, da prema Aristotelu količina nije jedina kategorija koja ne dopušta stupnjevanje i čiji pojmovi posjeduju jednoznačnost; i drugo, da se ova Aristotelova pozicija temelji na evidentnim razlozima, kao što se vidi iz donesenih primjera.

²⁴ Aristotel, *Isto*, 3b. 33.

²⁵ *Isto*, 6b. 19.

²⁶ Aristotel, *Isto*, 11a. 5. Primijetimo da je Duhem svoju raspravu o kvaliteti i količini u fizici, nakon što je donio ovaj Stagirićaninov pasus, ograničio samo na one vrste kvalitete koje imaju svojstvo jakosti, to jest na one koje dopuštaju više ili manje. Usp. Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, Princeton University Press; Princeton, 1991., str. 111.

2. Kritika Jakijeve pozicije o utemeljenju posebne jasnoće matematičkih istina

Ovim što smo iznijeli u prethodnom pasusu ne želimo, naravno, kazati da matematičari, koja je znanost o količini, ne pripada veća jasnoća nego drugim vrstama znanosti²⁷ – što ispravno tvrdi Jaki – nego samo to da se objašnjenje njezine posebne jasnoće ne temelji na pretpostavljenoj Aristotelovoj poziciji o radikalnoj razlici između količine i drugih kategorija, što je krivo tumačio Jaki.

Nakon što smo odbacili Jakijev temelj specifične jasnoće matematičkih znanosti, sada ćemo o tome iznijeti svoj stav. U traženju temelja ove jasnoće mora se uzeti u obzir da jasnoća izražava subjektivni vid spoznaje i zato ne proizlazi samo iz spoznatljivosti spoznate stvarnosti nego i od dispozicije spoznajnog subjekta. Jasnoća se dakle razlikuje od spoznatljivosti. Još je Aristotel primijetio razliku između spoznatljivosti po sebi (*cognoscibile per se*) i spoznatljivosti za nas (*cognoscibile quod nos*).²⁸ Prema Aristotelu, po sebi je spoznatljivije ono što ima više bitka, ali to ne znači da je spoznatljivije za nas. Iz toga slijedi da je Bog najspoznatljiviji u sebi, ali nije za nas zbog naših spoznajnih moći. Kao pojašnjenje ove pozicije u istom poglavlju navodi primjer šišmiša i sunčeva svjetla. Sunce je po sebi najsvjetlije, ali je za šišmiša tamno jer njegove osjetne moći nisu prilagođene takvom svjetlu. Jasnoća, dakle, ovisi o međusobnoj povezanosti ovih dvaju elemenata, što je sveti Toma veoma dobro izložio u ulomku kojeg donosimo poslije. Tu on objašnjava razloge matematičke sigurnosti, no njegova se argumentacija može isto tako primijeniti i na objašnjenje jasnoće, jer izvan područja vjere jasnoća čini jedini i dovoljni razlog sigurnosti. Pogledajmo argumentaciju svetoga Tome:

“Matematička znanost, ukoliko se nalazi na pola puta između prirodne i božanske znanosti ima veću sigurnost od njih obadvije. Ima veću sigurnost od prirodne znanosti, jer je njezino promatranje odvojeno od gibanja i od materije, kojima se naprotiv bavi prirodno promatranje. Imajući u vidu činjenicu da se prirodno promatranje tiče materije, njegova spoznaja ovisi o više stvari, to jest o promatranju same

²⁷ U ovom se poglavlju ograničavamo govoriti samo o znanstvenoj jasnoći i ne analiziramo jasnoću pred-znanstvenih sudova i pojmova koji su nužno uključeni u svaku znanost, što je u matematici potvrđeno Gödelovim teoremima.

²⁸ Usp. Aristotel, *Metafizika* 993b.

materije i uz to o formi, o raznim dispozicijama materijalnih stvarnosti, o svojstvima koje forma uzrokuje u materiji. No gdje god je, da bismo nešto spoznali, potrebno promatrati više elemenata, tamo je spoznaja teža... Doista, zbog činjenice da se promatranje prirodne znanosti tiče mobilnih stvarnosti, stvarnosti koje se ne pokazuju na jednolik način, njezina je spoznaja manje čvrsta. To je zato što se njezini dokazi često odnose na način na koji se stvari događaju u većini slučajeva (gdje ispada da se ponekad dogodi i drugačije). Odavde slijedi da što se više neka znanost približava singularnim stvarnostima (takve su operativne znanosti – medicina, alkemija – i moralna znanost), manja joj je sigurnost zbog mnoštva stvarnosti koje treba razmatrati u takvim znanostima (izostavljanje bilo kojeg slučaja nosi sa sobom pogrešku), kao i zbog promjenljivosti samih stvarnosti.

Matematički postupak ima osim toga veću sigurnost i od onoga božanske znanosti. To je zato što su stvarnosti kojima se bavi božanska znanost udaljenije od osjetila – od kojih počinje naša spoznaja – bilo da se radi o odijeljenim supstancijama (ono što dobivamo od osjetila vodi njihovoj spoznaji na nedovoljan način), bilo da se radi o zajedničkim svojstvima svakog bića, koja su ponajvećma univerzalna i zato ponajvećma udaljena od pojedinačnih stvarnosti koje potpadaju pod osjetila. Matematička bića, naprotiv (kao lik, linija, broj, itd.) po sebi potpadaju pod osjetila i podliježu imaginaciji. Zbog tog razloga ljudski um, izvlačeći ih iz imaginacije, shvaća njihov pojam jednostavnije i na sigurniji način od shvaćanja nečega što je stvar ili pak štovstvo neke supstancije, akta, potencije itd. Iz ovoga bjelodano slijedi da je matematičko razmatranje jednostavnije od prirodnog i teološkog te puno više od onoga operativnih znanosti.”²⁹

Iz Tomina razlaganja slijedi da su matematičke istine čovjeku jasnije od drugih istina ne samo zbog njihove nutarnje spoznatljivosti (*per se*) – jer postoje, kako smo vidjeli, istine koje su po sebi spoznatljivije od matematičkih istina – nego i zato što su prirođenije čovjekovu načinu spoznaje (*quod nos*). Prema tome, kombinacija ova dva vida daje osobitu jasnoću matematičkim istinama.

²⁹ Toma Akvinski, *In Boethii de Trinitate*, q. 6., a. 1.

3. Kritika Jakijeve pozicije o nepovezanosti količinskih i nekoličinskih pojmova

Osvrnimo se sada na drugi Jakijev zaključak, koji kaže da postoji oštra i jasna odvojenost između kategorije količine i svih drugih kategorija, tako da se svako izražavanje nekoličinskih pojmova na "količinski" način pretvara u rasplinite oblake magle. Ovome je, prema nama, potreban jedan detaljniji osvrt.

Naime, pred fiziko-matematikom zdrav razum nas potiče na tvrdnju da postoji povezanost između nekoličinske i količinske stvarnosti te da iz te povezanosti proizlazi i ovisnost među njihovim pojmovima i njihovim jasnoćama. Zato smatramo da treba istaknuti što nam to donosi matematička jasnoća u svojoj primjeni na fiziku. Kao prvo, započet ćemo s analizom naravi količine, to jest vlastitog objekta matematike, a potom i njezina odnosa s kategorijom kvalitete. Opet se pozivamo na Aristotelove tekstove i njih analiziramo, jer na njima, kao što smo vidjeli, Jaki temelji svoju poziciju.

Različite vrste količine Aristotel objašnjava njihovim temeljnim svojstvima kao što su: djeljivost, pribrojivost i ograničljivost. Tako on tvrdi: "kontinuirane su one stvari čiji su krajnji dijelovi jedna jedina stvar, u dodiru su one stvari čiji su krajnji dijelovi zajedno (dodirne), dok su susljedne one stvari među kojima nema ništa zajedničko (odvojene)".³⁰

Odavde se izvodi temeljna podjela količine na kontinuiranu i nekontinuiranu, koja se naziva i diskontinuiranom bilo da je riječ o onoj dodirnoj ili odvojenoj. Ono što je kontinuirano, ukoliko je protegnuto, potencijalno je djeljivo, no aktualno nepodijeljeno, prema tome aktualno jedno sa samim sobom. Naprotiv, diskontinuirano je u aktu podijeljeno i zato mnogostruko. Na ovoj se "razlici između kontinuiranoga i diskontinuiranoga temelje pojmovi jedinstva i mnoštva, koji sa svoje strane uzrokuju nastanak pojma broja".³¹ Prema Aristotelovoj definiciji, broj je mnoštvo ukoliko je mjereno jedinstvom, što znači da je jedinstvo princip i ujedno mjerilo broja.³² Kontinuirana količina ukoliko je aktualno jedna u sebi, nije mnogostruka i zato neizmjerena. Ona postaje izmjerena samo procesom dijeljenja u kojemu se svaki odjeljak promatra kao jedan

³⁰ Aristotel, *Fisica*, VI, 1., 231 a. 22.-23.

³¹ Filippo Selvagi, *Filosofia del mondo*, Editrice Pontificia Università Gregoriana, Roma, 1993., str. 226.

³² Usp. Aristotel, *Metafisica*, X, 6., 1057a. 2. – 4. i V, 15., 1021a. 12. – 13.

u samome sebi. Kontinuirana se količina, naime, mjeri jedino preko njezina svođenja na diskontinuiranu količinu. Kako je to svođenje naravno kontinuiranoj količini, ukoliko samoj njezinoj naravi pripada djeljivost na sastavne dijelove, možemo kazati da je kontinuirana količina po naravi mjerljiva iako nije u aktu izmjerena.

Broj, ukoliko je mjera diskontinuirane količine,³³ ontološki se temelji na stvarnom jedinstvu svakog pojedinog entiteta koji čini element diskontinuirane količine. To jedinstvo iz kojeg proizlazi jasna razlika među elementima mnoštva, jest ontološki temelj i razlog od strane objekta zašto pojam broja ima takvu jasnoću.

Sada ćemo vidjeti na koji se način može izmjeriti kvaliteta i tako biti izražena brojevima kojima jedino pripada posebna jasnoća izričaja i matematička primjenjivost. Naša će se analiza ticati samo kvaliteta materijalnih supstancija ograničavajući se opet samo na dvije njihove vrste: djelatne moći i trpne kvalitete,³⁴ koje su zapravo objekt fiziko-matematike. Čini se, međutim, da kvaliteta koju ćemo mi proučavati može biti izravno mjerena jer posjeduje svojstvo da unutar iste vrste kvalitete postoji različitost jakosti. Na primjer, tonalitet crvene boje može biti jači ili slabiji. Zahvaljujući različitim jakostima, kod kvaliteta postoji jedno više ili manje i zato se može govoriti o jednoj jakosnoj količini. Ipak to "nije količina u pravom i jednoznačnom smislu, jer se ne može podijeliti na sastavne dijelove niti sastaviti od sastavnih dijelova, dijelova, naime, koji odijeljeni opstojе odvojeno, što je skoro definicija prave količine".³⁵ Nijanse crvene boje, na primjer, nisu sastavni dijelovi ukupne jakosti, to jest jedna svjetlocrvena boja dodana drugoj iste jakosti neće dati tamniju crvenu boju. Razlika jakosti postoji zbog veće ili manje participacije na savršenom aktu. To znači da više ili manje kod kvaliteta dolazi od forme, dok, naprotiv, više ili manje kod količina ovisi o djeljivosti ili zbrojivosti homogenih dijelova, to jest o materiji. Iako jakosna količina nije djeljiva i stoga je izravno nemjerljiva, ipak se može neizravno mjeriti zahvaljujući njezinoj nutarnjoj povezanosti s količinom, kao što ćemo vidjeti.

U materijalnom svijetu količina i kvaliteta su uvijek združene. Ne postoji, naime, količina bez kvalitete i ne postoji kvaliteta bez količine. Ipak, iako ne postoje odvojeno, među njima postoji neki

³³ U našoj analizi govorimo samo o broju u pravom smislu riječi, to jest kao mjeri diskontinuirane količine a ne kao izričaju transcendentnoga reda.

³⁴ Druge dvije vrste koje donosi Aristotel jesu lik i habitus; usp. *Kategorije* c. 8.

³⁵ F. Selvagi, *Filosofia...*, nav. dj., str. 372.

red: količina je prvi akcident tjelesnih supstancija i supstrat je kvalitetama, koje je specificiraju. Može se kazati da kvaliteta postoji u odnosu na količinu kao što akt postoji u odnosu na potenciju. Drugim riječima kazano, supstancija je označena kvalitetom, koja joj, kao akt daje jedno formalno određenje. To određenje kvaliteta pak vrši preko količine koja ju prima i zato je od nje kao od potencije ograničena. Na ovim dvama aspektima odnosa između količine i kvalitete temelje se dva različita načina mjerenja kvalitete.

Kao prvo, analizirat ćemo način mjerenja kvalitete koji se temelji na aspektu odnosa količine i kvalitete u kojemu je količina potencija u odnosu na kvalitetu. Taj nam aspekt otkriva da se kvaliteta ostvaruje samo unutar dimenzijskih granica tijela. Drugim riječima: "Kvalitete su određene količinom: one su kvantificirane, ne u njihovom specifičnom biću, nego u njihovom konkretnom načinu postojanja."³⁶ Tako su tjelesne kvalitete kvantificirane, ali ne po svojoj vlastitoj prirodi, to jest ne po sebi, nego zahvaljujući subjektu koji ih prima, to jest *per accidens*. Neka je boja, na primjer, više ili manje raširena zbog površine koja ju prima i na kojoj postoji, a ne zbog toga što je boja, to jest ne po sebi. Na isti način na koji su kvantificirane, to jest *per accidens*, kvalitete participiraju na količinskim svojstvima: djeljive su na sastavne dijelove i rastu dodavanjem homogenih dijelova te tako postaju neizravno mjerljive. Različite se fizičke veličine mjere kao izraz količine *per accidens* neke kvalitete. Na primjer: količina mase, elektriciteta, svjetla, topline itd., koje mjerimo vlastitim mjernim jedinicama kao gram, kulon, lumen, kalorija, itd.

Drugi neizravni način mjerenja tjelesnih kvaliteta temelji se na činjenici da je kvaliteta akt u odnosu na količinu. Bolje kazano, ovaj se način mjerenja temelji na jakosti, koja je bitno svojstvo kvalitete. Vidjeli smo zapravo da različitost stupnjeva jakosti ovisi o ozbiljenosti kvalitativne forme, to jest o savršenosti bića. I kao što djelovanje slijedi biće, tako i različitim stupnjevima jakosti odgovaraju razmjerni učinci. Tako se uspoređivanjem učinaka može mjeriti kvalitativna jakost. Na primjer, temperatura se mjeri količinskim produljenjem žive. Možemo stoga kazati da je jakost vlastito svojstvo naravi kvalitete i da se taj način izražavanja količine neke kvalitete može nazvati izrazom količine *per se* neke kvalitete.

³⁶ Isto, str. 371.

Ovdje se moramo malo zaustaviti da bismo detaljnije razmotrili Duhemovo objašnjenje načina mjerenja kvalitete, jer će nam Jakijeva kritika tog objašnjenja još više pojasniti koja je njegova pozicija o količini i kvaliteti. Duhem tvrdi:

“Naravno, ljestvica koja služi za podešavanje različitih jakosti kvalitete, uvijek je količinski učinak kojemu je ta kvaliteta uzrok. Izabiremo taj učinak na takav način da se njegova veličina s vremenom povećava kako kvaliteta koja ga uzrokuje postaje sve jačom. Stoga se, u staklenoj posudi okruženoj toplim tijelom, živa vidljivo to više širi što tijelo postaje toplije; to je količinska pojava koju nam pruža termometar omogućujući nam da načinimo temperaturnu ljestvicu prikladnu za brojčano mjerenje različitih jakosti topline.

U domeni kvalitete, nema mjesta za zbrajanje, a to se međutim primjenjuje onda kada proučavamo količinske pojave koje nam pružaju prikladne ljestvice kojima mjerimo različite jakosti kvalitete. Različite jakosti topline ne mogu se zbrajati, ali vidljivo širenje tekućine u čvrstoj posudi jest zbrojivo; možemo dobiti zbroj nekoliko brojeva koji označavaju temperature.”³⁷

Jaki kritizira tu poziciju tvrdeći da:

“Ako on (Duhem) nije bio uspješan, bilo je to samo zato što on sam nije dovoljno cjelovito vidio važnost razlučivanja između količina i kvaliteta. Inače, ne bi bio uzeo mjerenje topline kao primjer gdje se kvantitativna razmatranja prikazuju kao kvalitativna.”³⁸

Dakle, apsolutna razlika između količine i kvalitete koju podržava naš autor, čini, po njemu, nemogućim mjerenje jakosti kvalitete. Time on niječe ontološki temelj nadilaženja fenomena kod fiziko-matematike. Njegovim riječima kazano: “znanstvena specifikacija količinskih svojstava ne može se uzeti za polazište pri određivanju nekoličinskih svojstava iste stvarnosti. Pojmovno je tako da količine uvijek ostaju količine.”³⁹

Iako iz ovih dvaju različitih načina kvantifikacije, *per se* i *per accidens*, tjelesnih kvaliteta proizlaze dvije vrste respektivnih fizičkih veličina, mjerenje bilo koje veličine jedne vrste uvijek

³⁷ P. Duhem, *Isto*, str. 118.

³⁸ S. L. Jaki, *A mind's...*, nav. dj., str. 178.

³⁹ Isti, *The Limites...*, nav. dj., str. 7.

je povezano s nekom veličinom druge vrste. To znači da je za mjerenje onih veličina koje izražavaju količinu *per accidens* neke kvalitete potreban postupak koji se temelji na uzročnosti, kao što je prije kazao Duhem. Drugim riječima, to se mjerenje odvija preko količine *per se* kvalitete.⁴⁰ Masa se, na primjer, mjeri preko sile gravitacije i, s druge strane, učinci mjerenja količine *per se* kvalitete, da bi se mogli promatrati, moraju biti izraženi preko količine *per accidens* kvalitete – sila se, na primjer, mjeri preko elastičnog produljenja.

S ekstenzivnom (koja se širi, pruža, proteže) količinom *per accidens* i intenzivnom (koja ima intenzitet, jakost) količinom *per se* kvalitetâ možemo neizravno mjeriti kvalitetu te se tako preko njih pruža mogućnost fiziko-matematike ili matematizacije tjelesnih kvaliteta. Kao što je vidljivo iz navedenih objašnjenja, ovi matematički izrazi izražavaju, premda neizravno, stvarne aspekte tjelesnih kvaliteta, odnosno materijalne stvarnosti. S druge strane, međutim, upravo zbog njihova neizravnog načina izražavanja, ne daju izrečenoj stvarnosti jednoznačnu jasnoću brojeva. Naime, brojčani izraz u fizici ne može se svesti na čisti broj matematičkog izraza. Brojevi u fizici, odnosno fizičke veličine, jesu "brojevi bremeniti značenjem, dane su im određene fizičke dimenzije, proizlaze u svom značenju iz operativnog postupka preko kojega su dobiveni".⁴¹ Ta ovisnost fizičkih veličina o operativnoj definiciji za fiziku je konstitutivna, bez nje, naime, veličine ne mogu biti objekt fizike i za fiziku nemaju nikakvu vrijednost kao što sažeto kaže Duhem:

"Pa, kao što veličina nije jednostavno određena apstraktnim brojem, nego brojem združenim s konkretnim poznavanjem standarda, na isti način jakost kvalitete nije u cjelovitosti prikazana brojčanim znakom, već se tom znaku mora pridružiti konkretna procedura prikladna za dobivanje ljestvice tih jakosti. Samo poznavanje te ljestvice dopušta nekome da prida fizičko značenje algebarskim tvrdnjama koje navodimo glede brojeva što predstavljaju različite jakosti proučavane kvalitete."⁴²

Možemo, dakle, razlikovati dvije vrste jasnoće: jedna je jasnoća matematičkih jednakosti, koje imaju čistu matematičku jasnoću, a

⁴⁰ Usp. P. Duhem, *Isto*, str. 118.

⁴¹ F. Selvagi, *Scienza e Metodologia*, Editrice Pontificia Università Gregoriana, Roma, 1962., str. 245.

⁴² P. Duhem, *Isto*, str. 118.

druga je ona fizičkih jednadžbi, koje preko operativnih definicija izražavaju fizičku stvarnost čija jasnoća ovisi o ovim definicijama. Isto je govorio Einstein: "Ukoliko se matematički zakoni odnose na stvarnost, oni nisu sigurni [jasni] i ukoliko su sigurni [jasni], oni se ne odnose na stvarnost."⁴³

S druge strane, budući da nam matematizacija fizičkih kvaliteta daje spoznajnu i razumijevanje njihove naravi, možemo kazati da se matematizacijom ovih kvaliteta ne radi o njihovom zamagljenju, nego o pojašnjenju. Svjesni smo da je ovo pojašnjenje djelomično, bilo zato što fizičke jednadžbe nepotpuno izražavaju stvarnost, bilo zato što je njihovo izricanje nužno ovisno o operativnim definicijama. Zato ovo pojašnjenje ostavlja prostor daljnjem razumijevanju. Prema tome, iako fizičko-matematički izrazi dovode do većeg razumijevanja i pojašnjenja fizičkih stvarnosti, oni su ipak ograničeni ukoliko su fizički i nikada neće imati matematičku jasnoću.

Količinski pojmovi, dakle, i pojmovi materijalnih kvaliteta nisu dva nepovezana svijeta, kao što bi želio Jaki, nego su, kao što smo dokazali, fizičke veličine – vlastiti pojmovi fiziko-matematike – količinski pojmovi preko kojih nas fiziko-matematika vodi prema izvjesnom razumijevanju materijalnih kvaliteta kojima te veličine odgovaraju.

UNIVOCITY OF QUANTITY AS A FUNDAMENTAL QUALITY OF PHYSICS

Reference to S. L. Jaki's foundation of philosophy of science

Summary

The paper is divided in two sections. In the first section Jaki's position is outlined, beginning with his understanding of quantity which is based on Aristotle's text in *Categories* 6a 25 where it is said that "Quantity does not, it appears, admit of variation of degree". That characteristic of category of quantity which makes its conception univocal is, according to Jaki, unique and therefore radically differentiates quantity and makes it unconnectable with

⁴³ A. Einstein, "Geometry and Experience" (1921.), *Sidelights on Relativity*, Methuen, London, 1922., str. 28. citiran u S. L. Jaki, *The Relevance ...*, nav. dj., str. 124.

the rest of the categories. That difference, our author stresses, establishes the specific property of physico-mathematical science, which is related exclusively to the quantitative, leaving the research of the remaining categories to other sciences and areas of human knowledge.

In the second part of the paper critique of the above mentioned position is carried out showing that: first of all, according to Aristotle the category of quantity is not the only category which does not admit of variation of degree, and secondly, that the ontological bond between quality and quantity is what makes material qualities measurable, which is expressed by physical units that are the foundation of physico-mathematical science.

Key words: *quantity, univocity, physico-mathematics, Aristotle, Stanley Lewis Jaki.*